

ство этой теоремы становится просто следующей ступенью в формировании навыков доказательных рассуждений.



Рис. 1. Организация учебных исследований с помощью слайд-фильма

Сафронов М.А., Кормышев В.М.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ И СТАНДАРТА МРІ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РАБОТ В ОБЛАСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

cnit@ustu.ru

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»*

г. Екатеринбург

Технологии распределенной обработки данных и параллельных вычислений давно широко используются крупными коммерческими организациями, но в настоящее время они все чаще находят применение при решении задач в крупных вузах и НИИ. В статье автор описывает некоторые возможности использования современных компьютерных систем для решения задач параллельных вычислений.

Safronov M.A., Kormyshev V.M.

**USING CLUSTERS AND THE MPI STANDARD FOR RESEARCH IN
THE FIELD OF PARALLEL COMPUTING**

Technology of distributed data processing and parallel computing long been widely used by large commercial organizations, but now they are increasingly being used to solve problems in major universities and research institutes. The author describes some of the possibilities of using modern computer systems to meet the challenges of parallel computing.

Clusters, MPI standard, distributed data processing, parallel computing.

Пути достижения параллелизма

В общем плане под параллельными вычислениями понимаются процессы обработки данных, в которых одновременно могут выполняться несколько операций компьютерной системы. Достижение параллелизма возможно только при выполнении следующих требований к архитектурным принципам построения вычислительной среды:

- независимость функционирования отдельных устройств ЭВМ – данное требование относится в равной степени ко всем основным компонентам вычислительной системы: к устройствам ввода-вывода, обрабатывающим процессорам и устройствам памяти;
- избыточность элементов вычислительной системы – организация избыточности может осуществляться в следующих основных формах:
 - использование специализированных устройств, таких, например, как отдельные процессоры для целочисленной и вещественной арифметики, устройства многоуровневой памяти (регистры, кэш);
 - дублирование устройств ЭВМ путем использования, например, нескольких однотипных обрабатывающих процессоров или нескольких устройств оперативной памяти.

Дополнительной формой обеспечения параллелизма может служить конвейерная реализация обрабатывающих устройств, при которой выполнение операций в устройствах представляется в виде исполнения последовательности составляющих операцию подкоманд. Как результат, при вычислениях на таких устройствах на разных стадиях обработки могут находиться одновременно несколько различных элементов данных [1].

При рассмотрении проблемы организации параллельных вычислений следует различать следующие возможные режимы выполнения независимых частей программы:

- многозадачный режим (режим разделения времени), при котором для выполнения нескольких процессов используется единственный процессор. Данный режим является псевдопараллельным, когда активным (исполняемым) может быть, единственный процесс, а все остальные про-

цессы находятся в состоянии ожидания своей очереди; применение режима разделения времени может повысить эффективность организации вычислений. Кроме того, в данном режиме проявляются многие эффекты параллельных вычислений (необходимость взаимоисключения и синхронизации процессов и др.), и, как результат, этот режим может быть использован при начальной подготовке параллельных программ;

- параллельное выполнение, когда в один и тот же момент может выполняться несколько команд обработки данных. Такой режим вычислений может быть обеспечен не только при наличии нескольких процессоров, но и при помощи конвейерных и векторных обрабатывающих устройств;
- распределенные вычисления; данный термин обычно применяют для указания параллельной обработки данных, при которой используется несколько обрабатывающих устройств, достаточно удаленных друг от друга, в которых передача данных по линиям связи приводит к существенным временным задержкам. Как результат, эффективная обработка данных при таком способе организации вычислений возможна только для параллельных алгоритмов с низкой интенсивностью потоков межпроцессорных передач данных. Перечисленные условия являются характерными, например, при организации вычислений в многомашинных вычислительных комплексах, образуемых объединением нескольких отдельных ЭВМ с помощью каналов связи локальных или глобальных информационных сетей, то есть в кластерах.

Кластеры

Кластер – группа компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС) и способных работать в качестве единого вычислительного ресурса. Дополнительно предполагается, что для кластера обеспечивается более высокая надежность и эффективность, нежели для ЛВС, и существенно более низкая стоимость в сравнении с другими типами параллельных вычислительных систем (за счет использования типовых аппаратных и программных решений) [2].

Исчисление истории кластеров можно начать от первого проекта, в котором одной из основных целей являлось установление связи между компьютерами, – проекта ARPANET. Именно тогда были заложены первые, оказавшиеся фундаментальными, принципы, приведшие впоследствии к созданию локальных и глобальных вычислительных сетей и, конечно же, всемирной глобальной компьютерной сети Интернет. Преимущества нового подхода к созданию вычислительных систем большой мощности, получившие признание практически сразу после первого представления такой системы, со временем только возрастали, поддерживаемые непрерывным ростом производительности типовых компонентов. В настоящее время в списке Top 500 самых высокопроизводительных систем кластеры составляют большую часть – 294 установки.

Реализация параллельных вычислений

В вычислительных системах с распределенной памятью процессоры работают независимо друг от друга. Для организации параллельных вычислений в таких условиях необходимо иметь возможность распределять вычислительную нагрузку и организовать информационное взаимодействие (передачу данных) между процессорами. Решение всех перечисленных вопросов и обеспечивает интерфейс передачи данных (message passing interface – MPI). В общем плане для распределения вычислений между процессорами необходимо проанализировать алгоритм решения задачи, выделить информационно независимые фрагменты вычислений, провести их программную реализацию и затем разместить полученные части программы на разных процессорах. В рамках MPI принят более простой подход – для решения поставленной задачи разрабатывается одна программа и эта единственная программа запускается одновременно на выполнение на всех имеющихся процессорах. При этом для того, чтобы избежать идентичности вычислений на разных процессорах, можно, во-первых, подставлять разные данные для программы на разных процессорах, а во-вторых, использовать имеющиеся в MPI средства для идентификации процессора, на котором выполняется программа (тем самым предоставляется возможность организовать различия в вычислениях в зависимости от используемого программой процессора). Подобный способ организации параллельных вычислений получил наименование модели «одна программа множество процессов» (single program multiple processes or SPMP).

Итак, теперь можно пояснить, что означает понятие MPI. Во-первых, MPI – это стандарт, которому должны удовлетворять средства организации передачи сообщений. Во-вторых, MPI – это программные средства, которые обеспечивают возможность передачи сообщений и при этом соответствуют всем требованиям стандарта MPI [3].

Следует отметить, что попытки создания программных средств передачи данных между процессорами начали предприниматься практически сразу с появлением локальных компьютерных сетей. Однако одна из самых серьезных проблем в программировании – переносимость программ при переводе программного обеспечения на другие компьютерные системы – проявлялась при разработке параллельных программ в максимальной степени. Приведем ряд важных положительных моментов, связанных с разработкой параллельных программ с применением MPI:

- MPI позволяет в значительной степени снизить остроту проблемы переносимости параллельных программ между разными компьютерными системами;
- MPI содействует повышению эффективности параллельных вычислений, поскольку в настоящее время практически для каждого типа вычислительных систем существуют реализации библиотек MPI, в максимальной степени учитывающие возможности компьютерного оборудования.

Идеи распределенной обработки данных и параллельных вычислений далеко не новы, но в наши дни проблема эффективного использования ресурсов как никогда актуальна.

Технологии распределенной обработки данных и параллельных вычислений давно широко используются крупными коммерческими организациями, но в настоящее время они все чаще находят применение при решении задач в крупных вузах и НИИ. Благодаря использованию продуктов с открытым исходным кодом и относительной доступности кластерных систем в образовательных целях, проведение научно-исследовательских работ с помощью этих технологий довольно просто. Тем не менее использование технологий распределенной обработки данных и параллельных вычислений требует определенной квалификации и опыта. Поэтому ее изучение должно занять достойное место в учебных планах как технических специальностей, так и технологических специальностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления. / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 608 с.
2. Твененбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. / Твененбаум Э., ванн Стеен М. – СПб. : Питер, 2003. – 877 с.
3. Rauber T. Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems. / T. Rauber, G. Runger – Springer, 2010. – 450 p.

Семенова Н.Г.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

tomsk@house.osu.ru

ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

г. Оренбург

Рассмотрена разработка автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа, сопряженного с локальной сетью, позволяющего осуществлять демонстрацию физического эксперимента в процессе проведения лекционных занятий в режиме реального времени на оборудовании, территориально удаленном от лекционной аудитории.

Semenova N.G.

AUTOMATED LABORATORY PRACTICAL REMOTE ACCESS

We had considered the creation of an automated laboratory practical work with remote access, linked with a local network, one that permitted the demonstra-